

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-322551

(43)Date of publication of application : 12.11.1992

(51)Int.Cl.

H04N 1/028
H04N 5/335

BEST AVAILABLE COPY

(21)Application number : 03-116686

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 22.04.1991

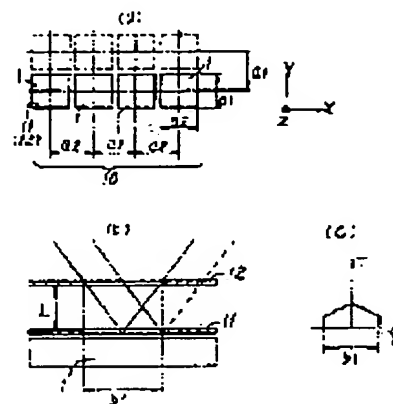
(72)Inventor : SHIBUYA MASATO

(54) IMAGE SENSOR AND OPTICAL DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To educe aliasing being a cause to noise by a frequency component in excess of a sampling frequency without use of a complicated optical device such as an optical low pass filter.

CONSTITUTION: Plural picture elements 1 are arranged regularly in a line at a pitch of a_2 and an opening to limit a luminous flux radiating to the picture element is provided. The opening consists of an opening 11 at a light receiving side on the picture element and an incident opening 12 arranged at a prescribed interval along the optical incident direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-322551

(43) 公開日 平成4年(1992)11月12日

(51) Int. Cl.⁵

H 0 4 N 1/028
5/335

識別記号

Z 9070-5C
V 8838-5C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-116686

(22) 出願日 平成3年(1991)4月22日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 渋谷 真人

東京都品川区西大井一丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

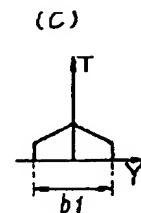
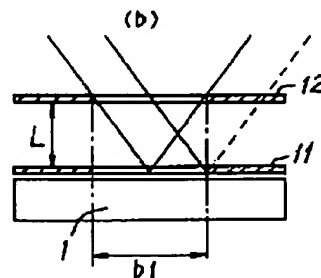
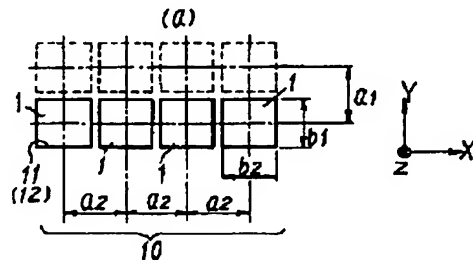
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 イメージセンサおよびこれを用いた光学装置

(57) 【要約】

【目的】 光学的ローパスフィルタ等複雑な光学装置を用いることなく、標本化周波数を超える周波数成分でノイズの原因となるエイリアシスを低減する。

【構成】 複数の画素1を規則的に一列にa2のピッチで配列し、この画素に入射される光束を制限する開口を設ける。この開口は、画素上の受光側の開口11とこれより光入射方向に沿って所定間隔をおいて配置された入射側の開口12とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素を規則的に配列してなるイメージセンサにおいて、光学系を経て各画素に入射される光束を制限する開口を、光の入射方向に沿って所定間隔をおいて少なくとも2つ設けたことを特徴とするイメージセンサ。

【請求項2】 請求項1において、イメージセンサは各画素が1次元に配列された1次元イメージセンサであって、前記各画素の配列方向と垂直な方向における走査ピッチ間隔を a_1 、この垂直方向の開口の長さを b_1 、2つの開口の間隔を L 、前記光学系の開口数を NA 、2つの開口間の媒質の平均屈折率を n とするととき、

$$b_1/2 < 2NAL/n$$

かつ

$$1.6a_1 < b_1 < 3.0a_1$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置。

【請求項3】 請求項1において、イメージセンサは配列ピッチ m （正の整数） a_2 で配列された複数の画素からなる第1画素列と、配列ピッチ ma_2 で配列された複数の画素からなり前記第1画素列と画素配列方向に a_2 の整数倍（ $1 \sim m-1$ ）だけずれて並列配置された $m-1$ 個の画素列とからなるスタガ配列1次元イメージセンサであって、画素配列方向の前記開口の長さを b_2 、2つの開口の間隔を L 、前記光学系の開口数を NA 、2つの開口間の平均屈折率を n とするととき、

$$b_2/2 < 2NAL/n$$

かつ

$$1.6a_2 < b_2 < 3.0a_2$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置。

【請求項4】 請求項1において、イメージセンサは配列ピッチ m （正の整数） a_2 で配列された複数の画素からなる第1画素列と、配列ピッチ ma_2 で配列された複数の画素からなり前記第1画素列と画素配列方向に a_2 の整数倍（ $1 \sim m-1$ ）だけずれて並列配置された $m-1$ 個の画素列とからなるスタガ配列1次元イメージセンサであって、前記各画素の配列方向と垂直な方向における走査ピッチを a_1 、画素配列方向と垂直な方向の前記開口の長さを b_1 、画素配列方向の前記開口の長さを b_2 、2つの開口の間隔を L 、前記光学系の開口数を NA 、2つの開口間の平均屈折率を n とするととき、

$$b_1/2 < 2NAL/n$$

かつ

$$b_2/2 < 2NAL/n$$

かつ

$$1.6a_1 < b_1 < 3.0a_1$$

かつ

$$1.6a_2 < b_2 < 3.0a_2$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置である。

【0007】 また、配列ピッチ m （正の整数） a_2 で配

*かつ

$$m \geq 2$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、撮像する画像情報におけるエイリアスを改善するようにしたイメージセンサおよびそのイメージセンサを用いた光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に知られているように、CCDを用いた固体撮像素子などの画素配列型イメージセンサ（以下単にイメージセンサという）によって被写体の画像情報を離散的に採取する場合、イメージセンサは、被写体の空間周波数成分の内、イメージセンサ自身の標本化周波数（ナイキスト周波数）を超える周波数成分は採取できない。この標本化周波数を超える周波数成分はエイリアス（折り返しひずみ）と呼ばれるノイズとなり、このノイズはイメージセンサが採取した画像情報に対してモアレ縞や偽色を発生させて悪影響を与える。

【0003】 このような悪影響を防止するためには、イメージセンサの前に位置する光学系のカットオフ周波数をイメージセンサの標本化周波数よりも下げることによって、イメージセンサにイメージセンサの標本化周波数を超える周波数成分が入らないようにしてやればよい。このため、従来は光学的ローパスフィルタをイメージセンサの直前や光学系の瞳位置に設置するなどの方法がとられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の撮影装置においては、光学的ローパスフィルタを設置するため、光学系が複雑になるとともに、この光学的フィルタの位置の調整を行う必要があるという欠点があった。この発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、光学系を複雑にすることなくエイリアスを低減することのできるイメージセンサおよびこれを用いた光学装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明のイメージセンサは、複数の画素を規則的に配列し、光学系を経て各画素に入射される光束を制限する開口を、光の入射方向に沿って所定間隔をおいて少なくとも2つ設けたものである。

【0006】 また、各画素の各画素の配列方向と垂直な方向における走査ピッチ間隔を a_1 、この垂直方向の開口の長さを b_1 、2つの開口の間隔を L 、光学系の開口数を NA 、2つの開口間の平均屈折率を n とするととき、

$$1.6a_1 < b_1 < 3.0a_1$$

列された複数の画素からなる第1画素列と、配列ピッチ m
 a_2 で配列された複数の画素からなり第1画素列と画素配

3

列方向に a_2 の整数倍 ($1 \sim m-1$) だけずれて並列配置された $m-1$ 個の画素列とからなるスタガ配列1次元イメージセンサであり、画素配列方向の前記開口の長さ*

$$b_2/2 < 2NAL/n \quad \text{かつ} \quad 1. \quad 6a_2 < b_2 < 3.0a_2$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置である。

【0008】また、さらに上記に加え、各画素の配列方※

$$b_1/2 < 2NAL/n \quad \text{かつ} \quad 1. \quad 6a_1 < b_1 < 3.0a_1 \quad \text{かつ} \quad m \geq 2$$

を満足するイメージセンサを有する光学装置である。

【0009】

【作用】本発明においては、上記のように光束を制限する開口を少なくとも2つ設けることにより、イメージセンサを構成する画素上の感度分布を制御し、このイメージセンサにおける伝達関数MTF(ν)の特性を変化させることができる。したがって、イメージセンサのナイキスト周波数を超える空間周波数帯域での伝達関数MTF(ν)の値を抑制することが可能となり、光学的ローパスフィルタ等を用いることなくイメージセンサで撮像した画像情報のエイリアシスを低減し、鮮明な画像を得ることができる。

【0010】

【実施例】次に、この発明について図面を参照して説明する。図1(a)はこの発明の一実施例を示す1次元配列のイメージセンサ(リニアアレイセンサ)の平面図である。所定の配列ピッチ a_2 で配列された画素1によってイメージセンサ10が構成されている。画素の配列方向Xに対して垂直な走査方向Yにこのイメージセンサ10を破線で示すように走査ピッチ a_1 で像に対して相対的★

$$\begin{aligned} \text{MTF}(\nu) = & (2/3) \{ \sin(2\pi\nu a_1) / (2\pi\nu a_1) \} \\ & + (1/3) \{ \sin(\pi\nu a_1) / (\pi\nu a_1) \}^2 \quad \dots\dots (1) \end{aligned}$$

ナイキスト周波数は、 $\nu_N = 1/(2a_1)$ であり、(1)式で示されるMTF特性を図2に示す。図2において、横軸は空間周波数(ν)、縦軸は伝達関数(MTF)である。ところで、従来のイメージセンサでは受光側の★

$$\text{MTF}(\nu) = \sin(\pi\nu a_1) / (\pi\nu a_1)$$

この(2)式で示される従来のMTF特性を参考に図3に示す。

【0013】この図3において示されるように、従来のイメージセンサでは、ナイキスト周波数 ν_N よりも高い空間周波数においても伝達関数MTF(ν)の値は大きいので、ナイキスト周波数 ν_N を超える空間周波数成分がエイリアシスとなる。図2に示した本発明の例では、ナイキスト周波数 ν_N より高い空間周波数の伝達関数MTF◆

$$\text{MTF}(\nu) = \sin(2\pi\nu a_1) / (2\pi\nu a_1)$$

【0014】この(3)式で示される従来のMTF特性は図3に示したようになる。この場合は、 ν_N におけるMTFは零になっており、 ν_N より少し高い周波数によるエイリアシスは小さいが、 $(3/2)\nu_N$ 付近でのMTFは絶対値が大きくなり、エイリアシスの影響が現れてくる。本発明においては、各画素上の実質的感度の分布特性を変化ることによって、ナイキスト周波数 ν_N を超える空

4

*を b_2 、2つの開口の間隔を L 、光学系の開口数を NA 、2つの開口間の平均屈折率を n とするとき、

※向と垂直な方向における走査ピッチを a_1 、画素配列方向と垂直な方向の開口の長さを b_1 とするとき、

★に走査することにより、X方向の配列ピッチ a_2 およびY方向の配列ピッチ a_1 で画素1が配列されて構成された2次元配列のイメージセンサで撮像した場合に相当する画像情報を撮像することができる。

【0011】図1(b)は本発明によるイメージセンサの横断面図を示したものであり、光学系(図示せず)を経て入射した光の光束を制限するために、2つの開口が設置されている。この開口は、光電変換素子からなる画素1の上に設けられた受光側の開口11とこの開口11と所定間隔 L だけ離れて設けられた同形状の光入射側の開口12とから構成される。この開口11、12の画素配列方向(X方向)の長さは b_2 であり、画素配列と垂直の方向(Y方向)の長さは b_1 である。ここで、 $b_1 = 2a_1$ のとき、受光側の開口11の中央に入る光学系の光束の広がり、入射側の開口12の大きさで一致するとすれば、画素の実効的な感度 T の分布は、図1(c)に示されたようになる。

【0012】このとき、イメージセンサの画素のもつ伝達関数MTF(ν)は、次式のようになる。

$$\dots\dots (2)$$

◆(ν)の値が低くなっており、エイリアシスの発生が少なくなっている。単にMTF特性を変えるのであれば、従来のイメージセンサのように開口が1つであっても、画素1の走査ピッチ a_1 および走査方向Yの長さ b_1 の比率を変化させることによっても可能であり、ナイキスト周波数 ν_N を超える空間周波数成分の伝達関数MTF(ν)の値を低減させてエイリアシスを改善することもできる。ここで、 $b_1 = 2a_1$ のときのMTFは次式のようになる。

$$\dots\dots (3)$$

間周波数帯域の伝達関数MTF(ν)の値を低減させて、エイリアシスを改善することを可能としたものである。本発明によれば、従来のイメージセンサにおける単に走査ピッチと画素サイズとの比を変えることによるMTF特性の変化による効果に比して、より優れたエイリアシス低減の効果を得ることができる。

【0015】図1の実施例では、受光側の開口11の中

5

央に集光する光束が入射側の開口12によって制限されるようにしたが、光学系に入射した光の光束を有効に使用するためには、受光側の開口11の中央に集光する光束は、いわゆるケラレが少ないほうがよい。しかし、ケ★

$$b1/2 < (2NAL)/n$$

ここで、NAは光学系の開口数、nは2つの開口11と12の間の平均屈折率である。(4)式の等号が成立するときの感度分布を図5に示す。また、開口の長さb1が長すぎると、ナイキスト周波数 νN より低い空間周波数帯域のMTFの値が下がってしまい、本来要求される画素10

$$1.6a1 < b1 < 2.6a1$$

【0016】以下の表に、b1およびLの値が(4)、★す。

(5)を満足する場合に実施例によってその有効性を示★

	図番号	b1	L
従来例	図 3	a1	0
比較例	図 4	2a1	0
第1実施例	図 2	2a1	(nb1)/(2NA)
第2実施例	図 6	2a1	(nb1)/(4NA)
第3実施例	図 7	2.6a1	(nb1)/(2NA)
第4実施例	図 8	2.6a1	(nb1)/(4NA)
第5実施例	図 9	1.6a1	(nb1)/(2NA)
第6実施例	図10	1.6a1	(nb1)/(4NA)

各パラメータをこの表に示し、MTF特性をそれぞれ各図に示す。第1～第6実施例により、(4)、(5)式の条件がエイリアスを低減させ、かつ結像性能に有効なナイキスト周波数内のMTF値をあまり低下させない条件であることがわかる。なお、Lは第1、第3、第5の実

施例の長さがケラレの発生しない限度であった。
【0017】さて、図1(a)に示したような1次元のイメージセンサ10では、画素1同志が密接して配列されているため、画素1の配列方向Xの長さを変えることはできないが、画素1の配列方向Xと垂直な走査方向Yの長さを変えることはできる。これに対して、図11(a)に示したスタガ配列1次元イメージセンサ20では、配列方向Xおよび走査方向Yのいずれの方向に対しても各★

$$MTF(\nu) = (2/3) \{ \sin(2\pi\nu a2) / (2\pi\nu a2) \} + (1/3) \{ \sin(\pi\nu a2) / (\pi\nu a2) \}^2 \quad \dots (6)$$

また、画素配列方向Xのナイキスト周波数 νN は、 $\nu N = 1/(2a2)$ であり、この場合も画素配列方向と垂◆

$$b2/2 < (2NAL)/n$$

$$1.6a2 < b2 < 2.6a2$$

スタガ配列の場合には、XYの両方向でエイリアスを改善することが可能であり、このためには(4)、

(5)、(7)、(8)式を全て満足する必要がある。スタガ配列の場合にもa1は走査ピッチを示すが、これは必ずしも2つの画素列の間隔に等しいとは限らない。

【0019】スタガ配列では、列の数が多ければさらに 50

6

★ラレを少なくするために入射側の開口12と受光側の開口11があまり接近してしまうと、感度の非一様性の効果が無くなってしまうので好ましくない。少なくとも、次式を満足することが望ましい。

$$\dots (4)$$

※像信号までが消失してしまうことになる。逆にb1が短すぎると、ナイキスト周波数 νN より高い空間周波数帯域のMTFの値が大きくなって、エイリアスが発生してしまう。そのため、b1は次式を満足することが望まし

$$\dots (5)$$

★す。

☆画素2の長さを変更することができる。21は長方形の開口である。すなわち、図11(a)に示すように、スタガ配列1次元イメージセンサ20は、画素2が配列ピッチ2a2(ma2における正の整数mが2の例)で配列された第1画素列と、同じく画素2が配列ピッチ2a2で配列され第1画素列と画素配列方向にa2だけずれて並列配置された第2画素列とから構成されている。b2は開口の画素配列方向Xの長さである。また、図11(b)は横断面図、図11(b)は画素配列方向Xの感度分布図を示す。

【0018】このとき、b2=2a2とすると、各画素2上の開口による画素配列方向XのMTFは、次式のようになる。

◆直な方向でのMTF特性の改善と同様な考えが成立して、次式を満足することが望ましい。

$$\dots (7)$$

$$\dots (8)$$

開口の形状に自由度が増える。3列以上であると、非常に有効である。図12に示す実施例は3列の例であり、スタガ配列1次元イメージセンサ30は、画素3が配列ピッチ3a2(ma2における正の整数mが3の例)で配列された第1画素列と、同じく画素3が配列ピッチ3a2で配列され第1画素列と画素配列方向にa2だけずれ

7

て並列配置された第2画素列と、同じく画素3が配列ピッチ3a2で配列され第1画素列と画素配列方向に2a2だけずれて並列配置された第3画素列とから構成されている。なお、31は長方形の開口である。

【0020】以上の実施例では入射側の開口と受光側の開口を同じ形状にしたが、異なる形状にすることもできる。また、入射側の開口と受光側の開口を一体になるような筒状の光吸収体で形成することもできる。また、3つ以上の開口を設けても同様の効果が得られる。さらに、実施例では、両開口の位置は結像面内方向で一致しているが、実際の光学系では周辺での主光源に傾きがあるため、その傾きに合わせてずらせることが考えられる。

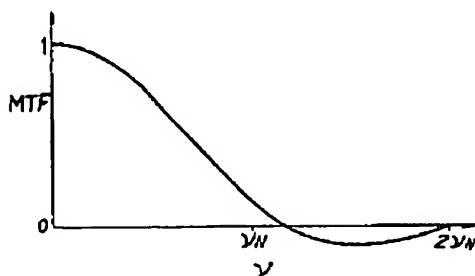
【0021】図13は、受光側の開口11を画素となるホトダイオード等の光電変換素子15に遮光膜のように一体に形成した例を示す。この場合は、光束を制限するための開口は1つ作るだけでよいので、製造が容易となる。また、ホトダイオード等の光電変換素子の大きさそのものを開口として作用させることもできる。以上の実施例では、イメージセンサの2つの開口のどちらに像が形成されても光子結像性能は基本的には変わらないので、実質的に焦点深度が深くなるという利点がある。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に使用するイメージセンサは、イメージセンサを構成する各画素に入射する光束を、光入射方向に沿って間隔を持つ少なくとも2つの開口で制限することにより、実効的な画素の感度分布を非一様にでき、MTF特性を修正してエイリアシスを低減することができる。この結果、光学的ローパスフィルタを使用せずにエイリアシスを低減できるため、従来に比較して光学系の構成が簡素化され、光学系の調整は不要になるという効果がある。また、この発明のイメージセンサは、ファクシミリや複写機用にも使用可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図2】



8

【図1】(a)は本発明の一実施例を示す1次元配列イメージセンサの平面図、(b)はその1つの画素の横断面図、(c)は画素上の感度分布図である。

【図2】本発明の一実施例の伝達関数特性図である。

【図3】従来の1つの例の伝達関数特性図である。

【図4】従来の他の例の伝達関数特性図である。

【図5】本発明の一実施例の画素上の感度分布図である。

【図6】本発明の他の実施例の伝達関数特性図である。

【図7】本発明の他の実施例の伝達関数特性図である。

【図8】本発明の他の実施例の伝達関数特性図である。

【図9】本発明の他の実施例の伝達関数特性図である。

【図10】本発明の他の実施例の伝達関数特性図である。

【図11】(a)は本発明のスタガ配列の実施例の1次元配列イメージセンサの平面図、(b)はその1つの画素の横断面図、(c)は画素上の感度分布図である。

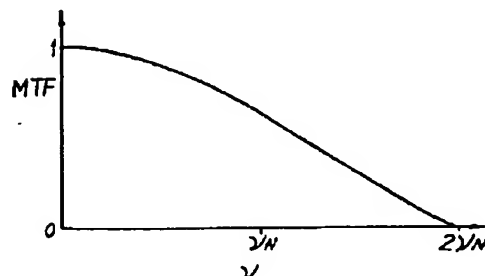
【図12】本発明のスタガ配列の他の実施例の1次元配列イメージセンサの平面図である。

【図13】本発明の光電変換素子に受光側の開口が形成された実施例の断面図である。

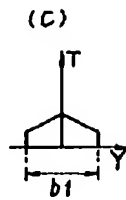
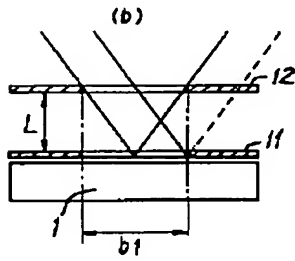
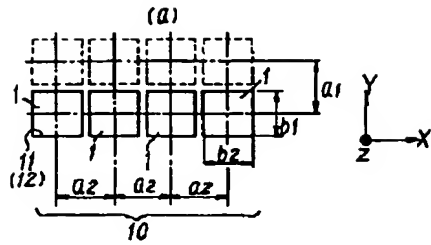
【符号の説明】

1, 2, 3	画素
10	1次元配列イメージセンサ
11	受光側の開口
12	入射側の開口
20, 30	スタガ配列1次元配列イメージセンサ
a1	画素配列方向と垂直方向の走査ピッチ
b1	画素配列方向と垂直方向の開口の長さ
a2	画素の配列ピッチ(配列間隔)
b2	画素配列方向の開口の長さ
L	開口の間隔
X	画素配列方向
Y	画素配列方向と垂直な走査方向

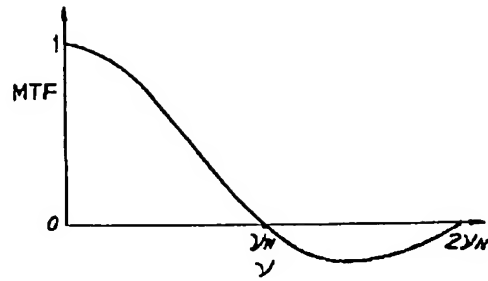
【図3】



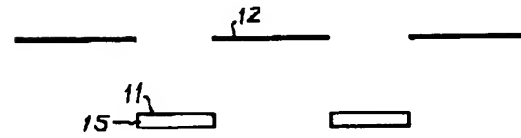
【図1】



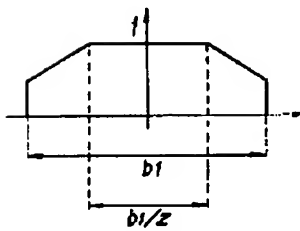
【図4】



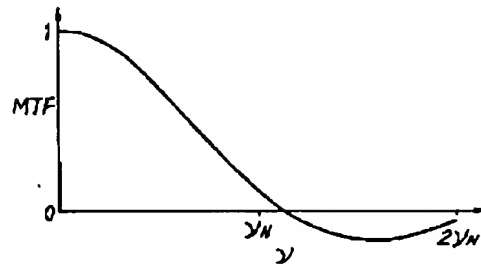
【図13】



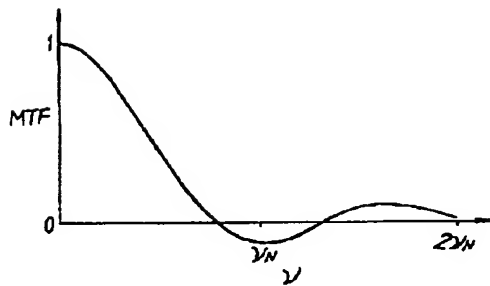
【図5】



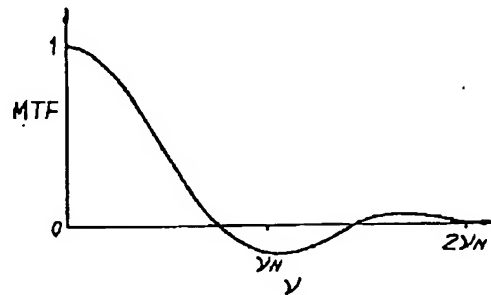
【図6】



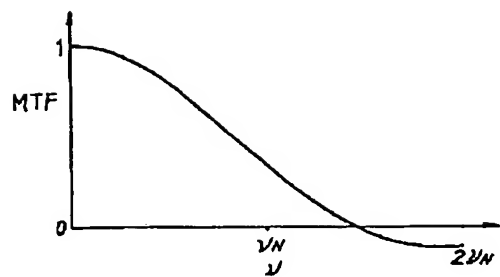
【図7】



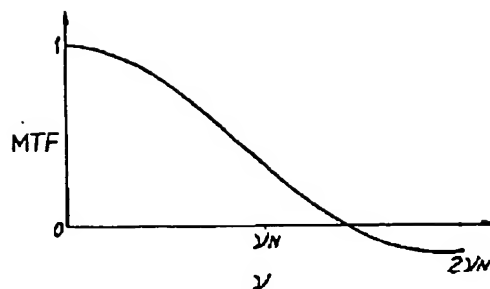
【図8】



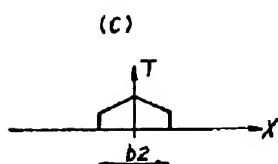
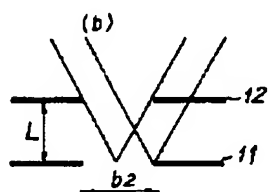
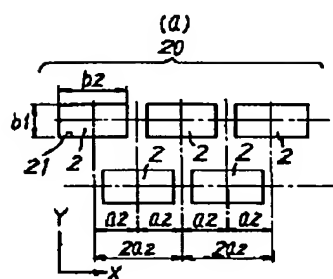
【図9】



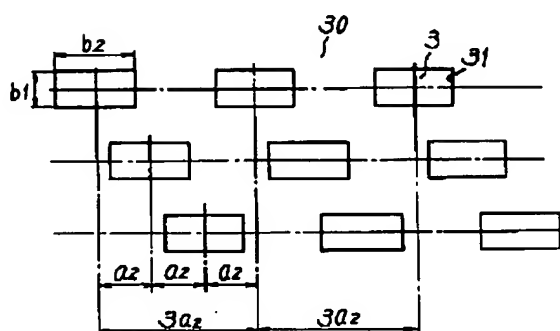
【図10】



【図11】



【図12】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第3区分
 【発行日】平成11年(1999)4月30日

【公開番号】特開平4-322551
 【公開日】平成4年(1992)11月12日
 【年通号数】公開特許公報4-3226
 【出願番号】特願平3-116686
 【国際特許分類第6版】

H04N 1/028
 5/335

【F I】

H04N 1/028 Z
 5/335 V

【手続補正書】

【提出日】平成9年11月14日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】この(3)式で示される従来のMTF特性は図4に示したようになる。この場合は、 νN におけるMTFは零になっており、 νN より少し高い周波数によるエイリアシスは小さいが、 $(3/2)\nu N$ 付近でのMTFは絶対値が大きくなり、エイリアシスの影響が現れてくる。本発明においては、各画素上の実質的感度の分布特性を変えることによって、ナイキスト周波数 νN を超える空間周波数帯域の伝達関数MTF(ν)の値を低減させて、エイリアシスを改善することを可能としたものである。本発明によれば、従来のイメージセンサにおける単に走査ピッチと画素サイズとの比を変えることに

よるMTF特性の変化による効果に比して、より優れたエイリアシス低減の効果を得ることができる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】以上の実施例では入射側の開口と受光側の開口を同じ形状にしたが、異なる形状にすることもできる。また、入射側の開口と受光側の開口を一体になるような筒状の光吸収体で形成することもできる。また、3つ以上の開口を設けても同様の効果が得られる。さらに、実施例では、両開口の位置は結像面内方向で一致しているが、実際の光学系では周辺での主光線に傾きがあるため、その傾きに合わせてずらせることが考えられる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.